An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. Mex. 56 (1985), Ser. Zool. (2): 555-572, 20-XI-1986

ACTUAL SITUACION TAXONOMICA DE LAS ESPECIES DE LA TRIBU TILAPIINI (PISCES: CICHLIDAE) INTRODUCIDAS EN MEXICO.

*José Luis Arredondo-Figueroa.
**Manuel Guzmán- Arroyo.

RESUMEN

Se analiza la situación taxonómica actual de las distintas especies de tilapias introducidas en México, refiriéndose a la problemática de su manejo, cultivo y fomento, debido al estado de confusión que guarda su posición taxonómica y se señalan los criterios de agrupación infragenérica que se utilizan para clasificarlas.
Se reconoce a un total de cinco especies distintas, cuya presencia es probable en el país, además de una línea genérica albina y de híbridos resultantes de la cruza entre *Oreochromis urolepis hornorum* y *O. mossambicus albina*. Finalmente se presentan las características distintivas de la tribu Tilapiini y una clave de identificación de las diferentes especies.

Palabras clave: Taxonomía, Pisces, Sistemática, Tribu Tilapiini, Tilapia.

ABSTRACT

The recent taxonomic situation of the different species of tilapia introduced in México is analized with special reference to the problems of management, culture and promotion, due to the state of confusion existing in the taxonomy of the group. The infrageneric criteria utilized grouping these species are studied.
Five different species probably are present in México, a genetic albine line, and hybrids of *Oreochromis urolepis hornorum and albine O. mossambicus* are recognized.
Finally, those characters of members of the tribe Tilapiini and a key to the identification of the species are presented.

Key words: Taxonomy, Systematics, Pisces, Tribe Tilapiini, Tilapia.

INTRODUCCION

La familia Cichlidae es un grupo de peces muy diverso y con una distribución muy amplia en el Continente Africano, Centro y Sudamérica, Asia Menor y algunas partes de la India y Ceilán. A esta numerosa familia pertenecen las tilapias (Tribu Tilapiini) que de acuerdo con Chimits (1955) son originarias de Africa, extendiéndose su distri-

*Instituto de Biología, Departamento de Zoología, Laboratorio de Limnología y Piscicultura, U.N.A.M., Ciudad Universitaria, México 20 D.F., Apartado Postal 70-153. Código Postal 04510.
**Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Laboratorio de Limnología U.N.A.M., Ciudad Universitaria, México 20 D.F., Apartado Postal 70-157. Código Postal 04510.

bución natural hacia el norte hasta Israel y la región del Jordán, lugar en donde es posible encontrar aproximadamente hasta 100 especies de tilapia.

El potencial biológico que presentan algunas especies de este grupo les ha permitido una gran adaptabilidad a diversos ambientes adonde se les ha trasladado, ya sea con finalidades piscícolas o pesqueras o de cultivo, especialmente en climas cálidos, lo que ha propiciado una gran dispersión fuera de su área natural y hoy en día, con la excepción de la carpa común (*Cyprinus carpio*), ninguna otra especie es tan cultivada en el mundo.

Los antecedentes indican que la diseminación de las tilapias se inició a finales de 1939 y esta se incrementó hacia el término dela Segunda Guerra Mundial y ha sido tan amplia y frecuente que no esposible realizar un registro detallado de los transplantes (Schuster, 1952 y Chimits, 1955).

Entre las especies más frecuentemente trasladadas a otros países y continentes con diversos propósitos, se menciona en primer lugar a *Tilapia mossambica* (= *Oreochromis mossambicus*), que fue una de las primeras especies exportadas y que se cultivan en estanques en diversos países de América y Asia; *Tilapia melanoplera* (= *Tilapia rendalli*) *y Tilapia zilli,* que debido a sus hábitos alimenticios preferentemente herbívoros, se han utilizado para restringir el crecimiento de macrofitas acuáticas en estanques y embalses naturales y artificiales, y la *Tilapia hornorum,* (= *Oreochromis urolepis hornorum*), esta última trasplantada con el propósito principal de producir a través de cruzas seleccionadas híbridos 100% machos.

En muchas ocasiones, una vez introducidas las tilapias a un país, se han depositado en forma intencional o accidental en cuerpos de agua naturales o artificiales, propiciando, de esta manera, el establecimiento de poblaciones silvestres, en áreas donde son autóctonas. En otros casos estas introducciones han fallado y las especies de tilapia no se han logrado establecer (*Balarin, 1979*).

Actualmente es posible encontrarlas en la mayoría de los países de América; entre ellos podemos citar a los Estados Unidos, México, Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Panamá, Puerto Rico, República Dominicana, Cuba, Colombia, Venezuela y Brasil.

A México llegaron por primera vez el 10 de julio de 1964 procedentes de la Universidad de Auburn, Alabama, EE.UU. y fueron llevadas a la actual Estación de Acuicultura Tropical de Temascal, en el Estado de Oaxaca, ubicada en la base de la cortina de la Presa Miguel Alemán o Temascal (*Morales, 1974*). A partir de esa fecha y dada la gran capacidad de adaptación que demostraron tener las diferentes especies de tilapia, éstas fueron dispersadas profusamente en una gran cantidad de cuerpos de agua naturales y artificiales incluyendo presas, lagos, lagunas costeras, bordos, etc., en toda la zona tropical de México y parte de la semitropical y templada.

Hoy después de veinte años se le puede encontrar en los lagos más importantes como son Chapala y Pátzcuaro, en las mayores presas como Infiernillo, Miguel Alemán (Temascal), La Angostura, Nezahualcóyotl, Chicoasén, El Marquez, Falcón Internacional, La Villita y Vicente Guerrero, además de innumerables cuerpos de agua menores, ocupando ya el primer lugar en la producción pesquera de aguas continentales con una captura anual estimada de 100 000 toneladas.

Por lo impresionante de esta cifra, se puede pensar que la tilapia desde su introducción, ha brindado enormes beneficios de tipo social y económico a las poblaciones ru-

rales ribereñas de estos cuerpos de agua; no obstante se desconoce mucho acerca de los efectos negativos que ha causado su presencia, sobre todo en las comunidades de peces nativos y en general en la estructura trófica de los embalses donde ha sido introducida.

Otro problema, es el desconocimiento pleno que se tiene sobre o acerca del manejo de las especies de tilapia, lo que ha ocasionado como consecuencia una compleja situación en su *status* taxonómico, que ha provocado una gran confusión entre las personas que se dedican a su estudio cultivo o fomento.

Este hecho se ha tornado más crítico dada la falta de cuidado y manejo de las líneas genéticas puras, ya que debido a la ausencias de un criterio taxonómico, algunas veces es frecuente observar un conglomerado de distintas especies confundidas como una sola.

Debido a estas circunstancias, en este trabajo se pretenden aclarar, hasta donde sea posible, algunas dudas sobre la situación actual de la sistemática de la tilapia marcando sus características taxonómicas más relevantes y haciendo un énfasis especieal en las especies introducidas en México.

SITUACION TAXONOMICA DE LA TILAPIA.

Los remanentes fósiles de las tilapias demuestran su existencia, desde hace más de 18 millones de años y un fósil de tilapia estrechamente relacionado con *Tilapia mossambica* ha sido encontrado en depósitos del Pleistoceno en el este de Africa (Chimits, 1957 *y Fryer e Iles, 1972).*

Algunos autores suponen un ancestro marino común, pero en realidad muy poco se conoce acerca del origen de este grupo y ha sido hasta este último siglo, cuando los estudios se han acrecentado y han surgido nuevas ideas de la evolución y diversificación de este gran conglomerado de especies.

La diversidad de la tribu Tilapiini fue primeramente estudiada por Boulnger, en una serie de documentos publicados desde 1909 hasta 1916. El reconoció un total de 96 especies encontradas en Africa y fue a partir de estas fechas cuando el interés de los científicos aumentó considrablemente. Su última monografía sistemática fue publicada en 1916, en sus famosos "Catálogos" y actualmente más de 50 especies mencionadas como tilapia son considerados ahora como sinónimos.

Durante este último decenio el estudio de la etología ha arrojado nueva luz y nuevos conocimientos que fortalecen la sistemática del género, además de recientes conceptos acerca de la evolución infragenérica y de las relaciones interespecíficas o intraespecíficas (*Thys, 1968*).

La diagnosis genérica de *Tilapia* fue introducida originalmente por Regan (1920), incluyendo a *Neotilapia* y *Pelmatochromis*. En este género Thys, (1968), reconoció 80 especies incluyendo algunas subespecies, la mayoría de ellas agrupadas en tres secciones y 15 subgéneros, integradas en unidades morfológicas con un número de especies muy relacionadas y generalmente alopátricas. El mismo autor indicó que la mayor parte de las especies se presentan en grupos naturales y pueden ser consideradas dentro de una categoría subgenérica, en la que se proponen nuevos subgéneros (Tabla 1).

Tabla 1. Clasificación infragenérica de la tilapia, de acuerdo con Thys (1968).

SECCION 1. Grupo *tilapia sensu lato.*

1. Subgénero *Tilapia* Smith, 1840.
2. Subgénero *Trewavasia* Thys, 1968.
3. Subgénero *Pelmatolapia* Thys, 1968.
4. Subgénero *Pelmatochromis* Steindachner 1895.

SECCION II. Grupo *Heterotilapia y Coptodon* sensu lato.

1. Subgénero *Heterotilapia* Regan, 1920.
2. Subgénero *Coptodon* Gervais, 1853.
**Tilapia (Coptodon) rendalli*(Boulenger 1896).
3. Subgénero *Dagetia* Thys, 1968.

SECCION III. Grupo *Sarotherodon sensu lato.*

1. Subgénero *Danakilia* Thys, 1968.
2. Subgénero *Neotilapia* Regan, 1920.
3. Subgénero *Alcolapia* Thys, 1968.
4. Subgénero *Nyasalapia* Thys, 1968.
5. Subgénero *Loruwiala* Thys, 1968.
6. Subgénero *Oreochromis* Gunther, 1894.
**Tilapia (Oreochromis) urolepis hornorum* Trewavas 1983.
**Tilapia (Oreochromis) mossambicus* (Peters 1852).
7. Un grupo de especies alopátricas, estrechamente relacionadas con el grupo *Oreochromis* y tal vez con *Tilapia nilotica.*
**Tilapia (Oreochromis) aureus* (Steindachner, 1864).
8. Un grupo grande de especies polimórficas con diferéntes poblaciones subespecíficas.
**Tilapia (Oreochromis) niloticus* (Linnaeus, 1757).
9. Subgénero *Sarotherodon* Ruppell, 1854.
10. Un grupo de especies fuertemente relacionadas con el subgénero *Sarotherodon.*

*El asterisco marca las especies presentes en México.

Trewavas en 1973 en forma radical creó dos géneros distintos *Tilapia y Sarotherodon* basando sus diferencias fundamentalmente en los hábitos reproductivos y alimenticios de las especies de estos géneros. La misma Trewavas (1982), decidió separar a la tribu Tilapiini en cuatro géneros; *Tilapia, Sarotherodon, Oreochromis* y *Dankilia* partiendo de los nuevos conocimientos sobre la conducta y el desarrollo de los incubados maternos, paternos y mixtos, agrupando dentro del género *Oreochromis* a los incubadores bucales maternos, nombre que fue asignado prioritariamente a *Oreochromis hunteri* por Gunther en 1889 (Tabla 2).

Tabla 2. Clasificación de la Tribu Tilapiini, considerando a distintos subgéneros, de acuerdo con Trewavas (1982).

GENEROS	SUBGENEROS	ESPECIES TIPOS	OTROS EJEMPLOS
1. *Tilapia* A. Smith.	(de tres a más)	*T. sparmani* A. Smith.	**T. rendalli* (Boulenger). *T. zilli* Gervais.
2. *Sarotherodon* Ruppell.	——	*S. melanotheron* Ruppell.	*S. galileus* (Linn). *S. linellii* (Lonnberg).
3. *Oreochromis* Gunther.	*Oreochromis* Gunther	*O. hunteri* Gunther.	**O. (O.) niloticus* (Linn.) **O. (O.) mossambicus* (Peters) **O. (O.) aureus* (Steindachner) *O. (O.) spilurus* (Gunther). **0. (O.) hornorum* Trewavas.
	Nyasalapia Thys.	*O. (N.) squamipinnis (Gunther).*	*O. (N.) macrochir* (Boulenger) *O. (N.) variabilis* Boulenger. *O. (N.) angolensis* Trewavas.
	Alcolapia Thys.	*O. (A.) grahami* Boulenger = *O. alacalicus grahami.*	*O. (A.) alcalicus alcalicus* . *(Hilgendorf).*
	Neotilapia Thys	*O. (N.) tanganicae* (Boulenger)	Ninguna.
4. *Dankilia* Thys	——	*D. franchetti* (Vinciguerra)	Ninguna.

* Especies introducidas en México.

Recientemente, Trewavas en 1983 clasificó a la tribu Tilapiini de acuerdo con la naturaleza de su dentición y sus hábitos reproductores en cinco géneros distintos; *Tilapia, Tristamella, Danakilia, Sarotherodon y Oreochromis* (Tabla 3).

Tabla 3. Clasificación de la Tribu Tilapiini de acuerdo con Trewavas (1983).

Género	Subgénero	Especie Tipo	Hábitos reproductivos.
Tilapia A. Smith.	De 3 a 6 subgéneros	*Tilapia sparrmani* A. Smith	Desovan sobre un sustrato y cuidan los huevos y alevinos.
Tristramella Trewavas.	——	*Chromis sacer* Gunther.	Incubadores bucales biparentales.
Danakilia Thys.	——	*Tilapia franchetti* Vinciguerra.	Incubadores bucales (no se conocen los detalles).
Sarotherodon Ruppell.	——	*Sarotherodon melanotheron* Ruppell.	Incubadores bucales maternos, paternos o biparentales.
Oreochromis Gunther.	*Oreochromis* Gunther.	*Oreochromis hunteri* Gunther.	Desovan en arena y son incubadores bucales maternos.
	Alcolapia Thys.	*Tilapia grahami* Boulenger (= O. (A.) grahami).	Desovan en la arena y son incubadores bucales maternos.
		Tilapia amphimelas Higendorf (= *O. (V.) amphimelas*	Probablemente como *Oreochromis*..

Nota: De acuerdo con esta información las especies presentes en México entran dentro de los géneros *Tilapia y Oreochromis*

En síntesis se podría afirmar que existen dos criterios distintos de clasificación para el grupo de las tilapias: el primero de ellos considera exclusivamente características morfológicas y merísticas, agrupando a las diferentes especies de acuerdo a sus afinidades y colocándolas dentro de una categoría subgenérica (Thys, 1968); el segundo criterio consiste en separar a las especies de esta tribu, no sólo basándose en las características morfológicas externas e internas sino, también, en sus hábitos reproductores o alimenticios haciendo un énfasis especial en la conducta del cuidado del huevo y los alevines, en la que pueden intervenir ya sea la madre, el padre o ambos (Trewavas, 1973, 1982 y 1983).

En este trabajo se toman parte de los dos criterios, a fin de formar un solo elemento de juicio y lograr una clasificación más sencilla de este grupo tan diverso. También

es interesante señalar que a medida que se complete más la información sobre la biología de las distintas especies de tilapia, los conceptos de clasificación podrán cambiar, reforzándose esto con otros estudios complementarios, que permitan contar con mayores argumentos para lograr una sistemática más precisa y exacta de este conjunto de especies que integran la tribu Tilapiini.

Sin lugar a dudas, estos cambios recientes en la sistemática han afectado el manejo y las condiciones de cultivo de las distintas especies de tilapias introducidas en México.

Originalmente las primeras tilapias traídas a nuestro país correspondían a un género y tres especies, *Tilapia melanopleura, Tilapia nilotica y Tilapia mossambica* que fueron reconocidas en la Universidad de Auburn, Alabama, EE.UU. y de ahí transportadas a México. Con el paso del tiempo y dada la gran capacidad adaptativa que demostraron tener estas especies, fueron introducidas en una gran cantidad de embalses artificiales y naturales, especialmente en presas de reciente creación, dando origen, después de algunos años, al establecimiento de pesquerías importantes.

Fue en este momento, cuando por la necesidad de un manejo adecuado de las poblaciones de tilapias, adaptadas a los cuerpos de agua continentales, se presentaron serias dificultades para la identificación de las distintas especies, ya que las características señaladas por algunos autores, no correspondían con los rasgos morfológicos observados en éstas. Por esta razón, se recurrió a los especialistas del grupo y fue en 1975, cuando la Doctora Trewavas del Museo Británico de Historia Natural, en una comunicación epistolar, indicó que las especies presentes en México y dado el origen de las mismas, correspondían a *Tilapia rendalli* (Boulenger, 1896) *(= Tilapia melanopleura), Sarotherodon mossambicus* (Peters, 1852) *(= Tilapia mossambica) y Sarotherodon aureus* (Steindachner, 1864) *(= Tilapia aurea),* esta última especie originalmente se envió a los Estados Unidos directamente de Israel en 1957, cuando estaba confundida con la *Tilapia nilotica*, por lo que llegó también a México en 1964, en ese mismo estado de clasificación (Arredondo, 1975 y Balarin, 1979).

Por esta razón se creó una fuerte discusión, dado que muchos trabajos que fueron elaborados en esa época, registraban a la *Tilapia nilotica,* en vez de la especie verdadera, por lo que el valor científico de estas publicaciones, quedó en ese momento supeditado a la identidad taxonómica de la especie.

Lee y colaboradores (1976) consideraron la presencia de dos géneros en México; *Tilapia* y *Sarotherodon* informando que los ejemplares colectados en la Presa Miguel Alemán, en el Estado de Oaxaca, pertenecían a *Tilapia melanopleura, Sarotherodon mossambicus* y *Sarotherodon niloticus,* descartando la posibilidad de la presencia de *S. aureus* en el lugar, lo cual fue una apreciación errónea, ya que si la especie que llegó originalmente a México fue *S. aureus,* era imposible la presencia de *S. niloticus* en la citada presa.

Sin duda, estas dos especies son difíciles de separar, sobre todo considerando que algunos caracteres taxonómicos se sobreponen. Payne y Collinson (1983), mencionaron que estas especies se separaron en fechas recientes (Fishelson, 1962 y Trewavas, 1966). En Israel, por ejemplo, la presencia de *S. niloticus* es cuestionable, ya que su distribución original está limitada a algunos ríos costeros, principalmente el Yarkon (Fishelson, 1966).

Estos mismos autores (Payne y Collinson op.cit), indicaron que la diferencia más

marcada entre *S. niloticus y s. aureus,* es que la altura de la espina dorsal es mayor en la primera, con los bordes siempre obscuros nunca rojos o rosas. En Egipto el 83.3% de la población muestreada de *S. niloticus* presentó 17 espinas dorsales y el 10.4% 16, mientras que para *aureus* la proporción comparable fue de 10.3% con 17 espinas y 81% con 16, pudiendo distinguirlos fácilmente por su coloración y otras características en el campo.

Por otra parte Salvadores (1980), al estudiar las poblaciones de tilapia de la presa "Vicente Guerrero", en el Estado de Guerrero, México, llegó a la conclusión de que dadas las características que presentaron los ejemplares analizados y de acuerdo con las descripciones presentadas por Trewavas (1966), Arredondo (1975) y Lee *et al.* (1976), los peces encontrados en esta presa se colocaron como representantes de *Sarotherodon aureus [= Oreochromis aureus*(Steindachner 1864)]. Además, indicó que los resultados expresados en el trabajo de Lee *et al. (op. cit.)* se pueden detectar algunas discrepancias para *S. niloticus (= O. niloticus) (= O. niloticus* registrada en la presa "Presidente Miguel Alemán" en Tamascal, Oaxaca, que incluso concuerdan más con la descripción dada por Trewavas (1966), para *S. aureus (= O. aureus),* que con la especie que ellos pensaron que existía.

En 1978 se trajeron a México los primeros ejemplares de *Oreochromis niloticus,* procedentes de Panamá y fueron reclutados en la Estación Ciprinícola de Tezontepec de Aldama, Hidalgo, los que permanecieron algún tiempo en el lugar, para después ser trasladados a la Estación de Acuicultura Tropical de Temascal, Oaxaca, en donde se han mantenido desde entonces (Ricardo Juárez, comunicación personal).

Con esta intoducción se tiene la seguridad de la presencia de esta especie en nuestro país, y dado que en estos últimos años, al igual que las otras especies, ha sido diseminada en diversos sitios, se le puede considerar ya como parte de la ictiofauna mexicana. Sin embargo, falta confirmar su posición taxonómica.

A principios de 1981, la Secretaría de Pesca, por conducto de la Dirección General de Acuacultura, importó de Florida dos especies de tilapia para la producción intensiva de híbridos 100% machos, *Oreochromis urolepis hornorum (= Tilapia hornorum)* y *O. mossambicus (= T. mossambica),* esta última de una línea genética albina, que fueron depositadas en la Estación de Reproducción Piscícola de El Rodeo, en el estado de Morelos, las que al igual que sus otras parientes, después de algunos meses fueron dispersadas con profusión, en todo el territorio nacional.

Tal parece, que hasta el momento no se han importado otras especies y que, por lo tanto, sólo se cuenta con las antes señaladas, que dan un total de cinco especies, una variedad y un híbrido el que, al parecer, no lo es, ya que en condiciones de cultivo, éste tiene la capacidad de reproducirse entre sí, por lo que su estado de híbrido infértil queda en tela de juicio (Tabla 4).

Tabla 4. Relación de las distintas especies de Tilapia, introducidas en México, arregladas de acuerdo con los criterios de Thys (1968) y Trewavas (1982 y 1983).

GENERO	SUBGENERO	NOMBRE CIENTIFICO	FECHA DE INTRODUCCION.	LUGAR DE ORIGEN	LUGAR DE INTRODUCCION.	ADAPTACION
1. *Tilapia* Smith, 1840.	*Coptodon* Gervais, 1853.	*Tilapia rendalli* (Boulenger, 1896)	1964	Alabama, E.E.U.U.	Temascal, Oax.	*
2. *Oreochromis* Gunther, 1894.	*Oreochromiis* Gunther, 1894.	+ *Oreochromis urolepis hornorum* Trewavas, 1983	1981	Florida, E.E.U.U.	El Rodeo, Mor.	*
		+ *Oreochromis mossambicus* (Peters, 1852)	1964 1981°	Alabama, E.E.U.U.	Temascal, Oax.	**
		Oreochromis aureus (Steindachner, 1864)	1964	Alabama, E.E.U.U.	Temascal, Oax.	***
		Oreochromis niloticus (Linnaeus, 1757)	1978	Panamá, C.A.	Tezontepec, Hgo.	*

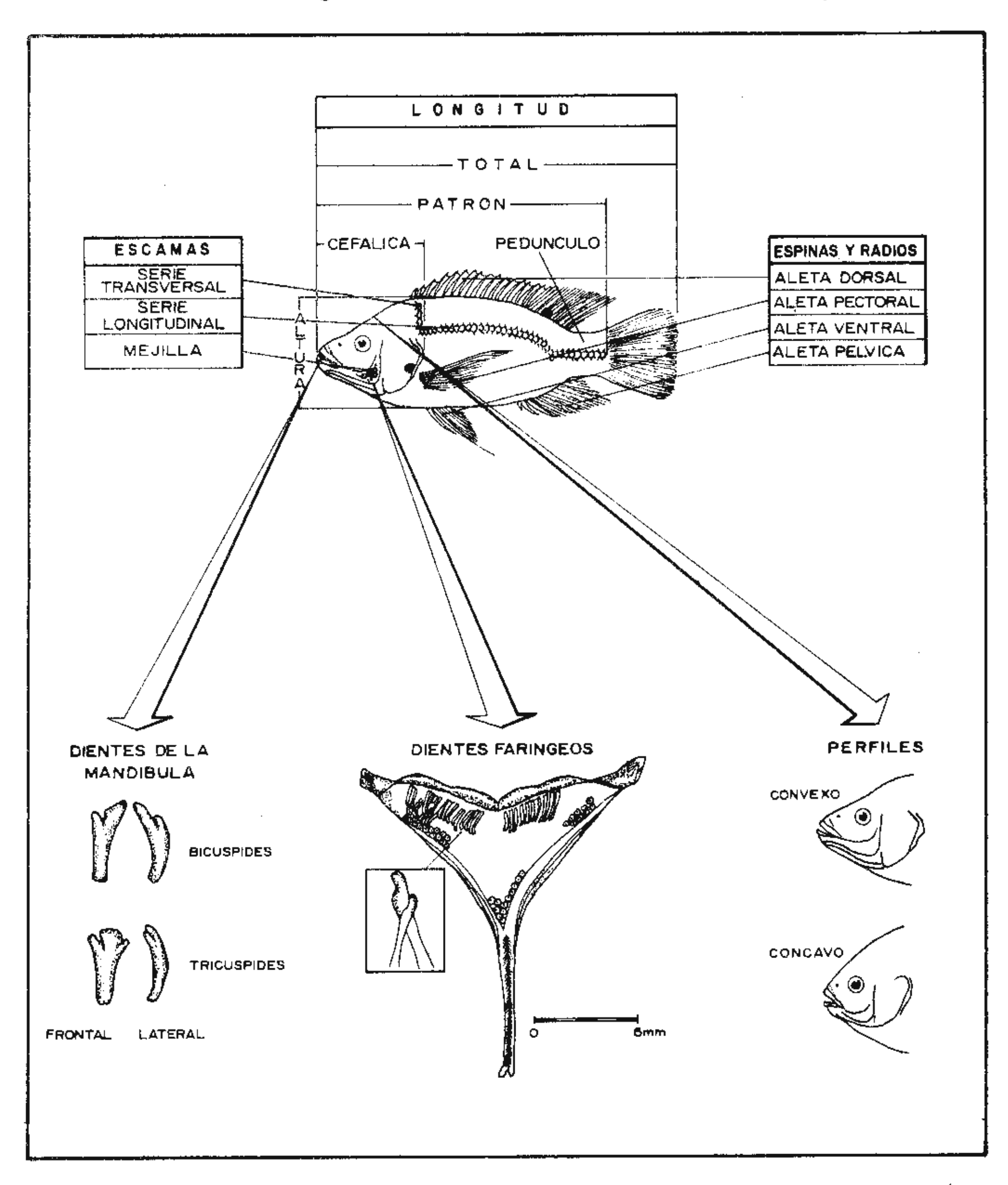
\+ Actualmente en la Estación de "El Rodeo", Morelos, se producen híbridos entre la cruza de un macho de *O. urolepis hornorum* y una hembra de *O. mossambicus* de color albino, obteniéndose un porcentaje de 60 de machos en la F1.

° En 1981 se trajo a *O. mossambicus* línea albina para la producción de híbridos.

NOTA: * = éxito; ** = mucho éxito y *** = amplio éxito.

CRITERIOS PARA LA IDENTIFICACION DE LAS ESPECIES DE TILAPIA, INTRODUCIDAS EN MEXICO.

Existen diversos criterios que permiten identificar y reconocer las diferéntes especies de tilapias. Entre estos, se tiene en primer lugar, el reconocimiento morfológico externo, considerando algunas de las características señaladas en la figura 1.



En esta figura se puede apreciar que los miembros de la tribu Tilapiini, tienen una aleta dorsal grande y espinosa; un orificio nasal a cada lado del cuerpo, por encima de los labios; el cuerpo es deprimido lateralmente y presentan una línea lateral interrumpida en dos partes. Las escamas son cicloides y la parte expuesta de ellas es suave al tacto.

Las tilapias jóvenes tienen una mancha negra cerca del final de la aleta dorsal, que las distingue de otros géneros (como es el caso de *Cichlasoma* spp. y *Petenia* sp.) esta mancha es conocida como la "marca de la tilapia" y suele ser retenida en algunas especies a todo lo largo de su vida. Para reconocerla de los géneros de cíclidos mexicanos, la tilapia, por lo general, presenta tres espinas en la aleta anal, aunque excepcionalmente se han registrado cuatro pero este es un caso muy extraño.

Dentro de los caracteres morfológicos es necesario aclarar que en el caso de las aletas dorsal y anal, tanto las espinas como los radios se deben contar a partir de la base. Las escamas de la línea lateral se cuentan sobre la línea de poros laterales, empezando desde el inicio inmediatamente de arriba del opérculo, siguiendo la línea superior, sin contar la línea diagonal que une la interrupción de ambas tal como se muestra en la figura. Posteriormente, se continúa empezando en la línea inferior en la base del pedúnculo caudal. Las escamas sobre la línea lateral, se cuentan a partir de la base de la aleta dorsal y en forma diagonal, excluyendo la de la línea lateral. Las escamas alrededor del pedúnculo caudal son contadas diagonalmente hacia la derecha y las de la mejilla, verticalmente para abajo del ojo.

Para encontrar las branquiespinas, es menester cortar el opérculo y la membrana que une a la cubierta branquial por debajo de la cabeza. Este corte expone el primer arco branquial y sus branquiespinas, las que están colocadas en forma opuesta a los filamentos branquiales. Unicamente se cuentan las branquiespinas de la parte inferior del primer arco branquial.

La tribu Tilapiini presenta algunas hileras de dientes bicúspides o tricúspides en las mandíbulas superior e inferior. También se presentan dientes faríngeos en la garganta que forman parte del mecanismo de alimentación y por medio del cual tragan su alimento; los dientes faríngeos varían de especie a especie y proveen, en algunos casos, un carácter diagnóstico útil para la identificación de las mismas. Para examinar estos dientes es necesario matar al pez y extraerlos en la base del hueso faríngeo, a la altura de la garganta, entre los arcos branquiales y la entrada al esófago. El tamaño de los dientes, su distribución sobre el hueso, la extensión y la forma del área dentada, son las características diagnósticas más importantes.

En segundo lugar, las especies de tilapia pueden ser distinguidas por otras características de tipo biológico, tales como sus patrones de coloración particularmente durante la época de reproducción, su conducta la forma de los nidos y el tamaño y color de los huevos. En este sentido la diferencia entre los dos géneros de tilapias (*Tilapia* y *Oreochromis*), introducidas en México se presentan en la Tabla 5 y en ella se pueden apreciar once de las diferencias más relevantes que permiten separarlos.

Tabla 5. Características más sobresalientes para separar a los géneros *Tilapia y Oreochromis,* presentes en México, propuestas por Trewavas (1973), y modificadas por Lowe (1959), Goldstein (1970) y Fryes e Iles (1972). (*fide,* Balarin, 1979).

Oreochromis	*Tilapia*
1. Preferentemente planctófagos.	1. Generalmente herbívoros.
2. Entre 14 y 29 branquiespinas en la parte inferior del primer branquial.	2. Entre 8 y 12 branquiespinas en la parte inferior del primer arco branquial.
3. Pocos huevos (menos de 700)	3. Muchos Huevos (más de 7 000).
4. Huevos con gran cantidad de vitelo, color amarillo naranja (2.2 a 3 mm) no presentan una cubierta adherente externa.	4. Huevos con poca cantidad de vitelo, de color amarillo (1.5 mm) y una capa exterior adhesiva.
5. El macho desarrolla una coloración muy marcada en la época de reproducción y fija su territorio en donde establece su nido.	5. Ambos sexos desdarrollan una fuerte coloración en la época de su reproducción y fijan su territorio para ahí construir su nido.
6. Tienen un período prenupcial corto.	6. Tienen un período prenupcial largo.
7. El macho es polígamo y usa el nido como un sitio temporal para el cortejo y la fertilización de los huevos.	7. Una pareja puede permanecer junta y desovar repetidas veces en una relación monógama. Los huevos son cuidadosamente depositados, usando el ovopositor.
8. Las hembras guardan los huevos y los alevinos en la boca por espacio de 20 a 30 días.	8. Ambos cuidan a los huevos y alevinos; estos nacen a los 2 o 3 días, son móviles y tienen una glándula especial para sujetarse. Los cuidan entre los 45 y 50 días.
9. Tienen gonadas pequeñas, pero los huevos contienen mayor cantidad de vitelo.	9. Tienen gonadas grandes, con huevos más pequeños y menor cantidad de vitelo.
10. La sobrevivencia de crías es alta.	10. Una gran mortalidad en los estadios y menor cuidado parental.
11. Los nidos tienen la forma de cráteres circulares ligeramente más grandes que la longitud de la hembra y se construyen en el fondo del estanque.	11. Los nidos se presentan en forma de pequeños orificios (de 5 a 10), colocados sobre el borde del estanque y cerca de la superficie del agua.

La clave que aquí se presenta, es un intento para identificar las especies traídas a nuestro país y como es difícil hacer esto con precisión, basándose exclusivamente en las características morfológicas, se hace necesario incluir una descripción de los modelos de coloración que exhiben los organismos adultos y que son particularmente útiles para reforzar cualquier identificación (Tabla 6).

Tabla 6.
Tabla comparativa de los patrones de coloración, que exhiben las cuatro especies de *Oreochromis*, introducidas en México, de acuerdo con Rothbard (1979).

Area de pigmentación	*O. urolepis hornorum*	*O. mossambicus*	*O. aureus*	*O. niloticus*
Todo el cuerpo	Negro	Negro	Azul verde metálico	Ligeramente amarillo
Cabeza	Pardo-claro	Negro en el dorso con una sombra blanca café abajo.	Verde metálico	Rojo púrpura
Color de ojos	Negros	Amarillos	Oscuros	Levemente rosados.
Perfil frontal	Fuertemente cóncavo en ambos lados	Fuertemente cóncavo en el macho, leve en la hembra	Levemente cóncavo	Convexo
Vientre	Negro	Negro	Claro con manchas tendiendo a rojo	Rojo
Papila gential	Blanca	Blanca	Clara	Blanca
Borde de la aleta dorsal.	Roja	Roja	Rosa o bermellón	Negro
Parte terminal de la aleta caudal	Rojo-púrpura	Fuertemente roja	Fuertemente roja	Líneas negras a lo ancho de la cola

CARACTERISTICAS GENERALES DE LA TRIBU TILAPIINI DE ACUERDO CON SMITH 1840.

Grupo de cíclidos africanos que presentan las siguientes características:

1. Cuerpo alto o medio alargado; la altura del cuerpo entre 27.5 y 60% de la longitud estándar.
2. Boca terminal o cercanamente terminal.
3. El perfil de la cabeza es generalmente recurvado, pero algunas veces es cóncavo en los adultos, con un morro occipital.
4. La aleta dorsal con XI-XIX, 9-16.
5. La aleta anal con III-VI, 7-13.
6. Aletas ventrales 1, 5, acuminadas, nunca redondeadas, los radios externos suaves siempre más largos.
7. La aleta caudal es siempre membranosa o está recubierta densamente con pequeñas escamas, el margen terminal ligeramente redondeado a medio emarginado.

8. Las branquiespinas contadas únicamente en la parte inferior del primer arco branquial de 7 a 28.
9. El techo de la faringe arriba del hueso branquial, algunas veces ligeramente abultado, pero nunca con un saco glandular bien desarrollado.
10. Las escamas son cicloides o granulares o débilmente ctenoides, pero nunca se sienten redondeadas cuando se tocan. De 23 a 38 en una línea longitudinal, en la mejilla del ojo de 1 a 6 hileras en el pedúnculo caudal de 12 a 20 hileras.
11. Dos líneas laterales, separadas por dos hileras de escamas; la línea lateral superior se inicia hacia atrás y arriba del opérculo, ligeramente curvada, paralela a la línea extrema dorsal hasta abajo del final de la aleta dorsal; la línea lateral inferior corre horizontalmente sobre la mitad del pedúnculo caudal, desde abajo del final de la línea lateral superior hasta la aleta cuadal.
12. Los dientes sobre las mandíbulas están colocados en hileras o bandas, siguiendo los esquemas que a continuación se señalan:
a) Todos los dientes tricúspides y en bandas (con 18 o más branquiespinas; mandíbulas iguales, las laminillas faríngeas anteriores son más grandes que en el área de los dientes).
b) Todos los dientes tricúspides y en hileras (entonces con 11 a 12 branquiespinas y la laminilla faríngea anterior más larga, con el área dentada más expandida sobre la parte anterior).
c) Dientes extremos bicúspides (a cónicos) y dientes internos tricúspides (a cónicos); en muchas especies los dientes viejos llegan a ser cónicos por el uso de las cúspides; esto sucede especialmente en ejemplares adultos.
d) En algunas especies, los dientes externos son todos cónicos o con esa tendencia y los internos cónicos o tricúspides con las cúspides medianas dominantes. En estas especies, la maxila es ligeramente visible cuando la boca está cerrada. Los dientes faríngeos posteriores son bicúspides y no redondeados y la marca de la tilapia, se ubica parcialmente en la aleta dorsal o en el dorso.
13. El hueso faríngeo inferior es triangular, con o sin una pequeña ranura media posterior; la laminilla mediana anterior va de corta a fuerte a larga, suave y frágil; el área dentada va de forma triangular y con dientes fuertes a una forma de corazón con dientes finos y suaves; los dientes faríngeos posteriores con 4, 3 o 2 cúspides muy suaves y con bordes redondeados, pero nunca molariformes; si son bi, tri o cuadricúspides entonces se observan lateralmente comprimidos.
14. Se presenta una mancha oscura en la parte posterior de la esquina del opérculo y otra mancha oscura en la esquina basal de la parte suave de la aleta dorsal, que es llamada la "marca de la tilapia", y que algunas veces está transladada sobre la aleta dorsal o el dorso y generalmente es presente y bien marcada en los individuos jóvenes; pero a veces desvanecida en los adultos; ambos lados del cuerpo con o sin barras oscuras verticales u horizontales.

CLAVES PARA LAS DISTINTAS ESPECIES DE LOS GENEROS *Tilapia* Y *Oreochromis*, *INTRODUCIDOS EN MEXICO.*

De 7 a 13 branquiespinas, en la parte inferior del primer arco branquial; los dientes externos sobre la mandíbula bicúspides, pero a menudo redondeados por el uso de las cúspides; el hueso faríngeo interior

casi tan largo como ancho y con laminilla anterior más corta que el área dentada ....
.... *I. Subgénero Coptodon* Gervais, 1853. (Género *Tilapia*)

— De 12 a 28 branquiespinas, en la parte inferior del primer arco branquial; los dientes de las mandíbulas en hileras o bandas, bicúspides o tricúspides, siendo los bicúspides algunas veces cónicos por el uso en los ejemplares adultos; el hueso faríngeo interior es más largo que ancho o aproximadamente tan largo como ancho, con la laminilla anterior siempre más larga que el área dentada ....
.... II. Subgénero *Oreochromis* Gunther, 1894. (Género *Oreochromis*)

I. Subgénero *Coptodon* (Género *Tilapia*).

— De 8 a 12 branquiespinas en la parte inferior del primer arco branquial; aleta dorsal con XV-XVI espinas fuertes y de 12 a 13 radios; aleta anal con III espinas fuertes y de 9 a 11 radios. De 29 a 32 escamas en una serie longitudinal. Su coloración del cuerpo es predominante gris plateado, con una coloración rosa hacia los lados, la superficie de las aletas pélvicas y anal, la superficie ventral de color gris oscuro; labios grises, aleta dorsal gris, algunas veces con manchas azules, sin bordes de color anaranjado, la aleta caudal de color gris oscuro y la parte inferior gris o rosa. Durante la época de reproducción la coloración se torna oscura, ligeramente iridescente, la superficie del vientre oscura y arriba una banda roja que se extiende hasta la parte inferior de la aleta caudal. La marca de la tilapia generalmente se retiene en los adultos, pero algunas veces se presenta como una mancha indefinida, ligeramente alargada en ángulo recto hacia el eje de los radios de la aleta dorsal y se extiende hasta el primer o tercer radio, rodeado de una área incolora; la mancha opercular no es muy definida y la forma externa del cuerpo es generalmente más alta al frente de la aleta dorsal. Los ovarios son amarillos y las crías pequeñas (5 cm), con una coloración blanquecina, las aletas pélvicas de color anaranjado muy punteadas y agudas y alcanzan el ano; la parte final de la aleta con la marca de la tilapia, ligeramente alargada y el ángulo recto al eje de los radios de la aleta, cerada en un área clara y seguida posteriormente por tres o cuatro barras oscuras alternadas con amarillo; la mancha opercular no está definida y la aleta caudal sin franjas verticales
.... *Tilapia rendalli* (Boulenger, 1896)

II. Subgénero *Oreochromis* (Género Oreochromis)

— De 14 a 28 banquiespinas en la parte inferior del primer arco branquial, espinas anales de III a IV, con un bien definido y marcado color de dimorfismo sexual; los machos a veces presentan una nariz o mandíbula más desarrollada que las hembras. Las escamas de las mejillas son muy pequeñas, generalmente más pequeñas que las de la línea lateral; las papilas genitales de machos y hembras están bien desarrolladas. La hembra es incubadora bucal y el macho construye el nido sobre la arena y proteje y defiende a sus crías y los huevos no presentan una capa adherente.

a) De 19 a 20 branquiespinas en la parte inferior del primer arco branquial; aleta dorsal XVII, 12; aleta anal III, 10-11; aleta pélvica 1, 5; aleta pectoral 14; de 30 a 32 escamas sobre la línea lateral; de 20 a 30 vértebras. La aleta caudal es truncada en los juveniles, pero en los ejemplares, adultos los radios y las membranas que los cubren, se llenan de pequeñas escamas. La coloración en el macho maduro es casi siempre negra, los labios, el cuello y la membrana branquiostegal, de color variable; en los juveniles se presenta la línea vertical en el cuerpo y la marca de la tilapia está presente, aún más intensa que en otras especies ....
.... *Oreochromis urolepis hornorum*(Trewavas, 1983)

b) De 14 a 19 branquiespinas en la parte inferior del primer arco branquial; (excepcionalmente 20); aleta dorsal XV-XVI, 10-12; aleta anal III-IV, 9-11; aleta pélvica 1, 5; aleta pectoral 13-15. El color del cuerpo va de gris claro a oscuro, el filo de la aleta dorsal es rosado, la cabeza oscura con la parte inferior más clara en el macho, vientre amarillo, aleta caudal roja o rosada; los ojos de color amarillo y el perfil frontal fuertemente cóncavo en el macho y leve en la hembra. Los dientes externos en la mandíbula de los machos maduros son unicúspides .... *Oreochromis mossambicus* (Peters, 1852).

c) De 21 a 28 branquiespinas en la parte inferior del primer arco branquial; aleta dorsal XV - XVI, raramente XIV, 15-16; aleta anal III, 7-11; aleta pectoral 1, 5; de 30 a 33 escamas en una serie longitudinal. Coloración del cuerpo de azulado tenue a verde metálico, el filo de la aleta dorsal rojo a rosado, el color de la cabeza verde metálico, el vientre claro con tenues puntos rojos o sin ellos, la aleta caudal roja a

rosada, color de ojos oscuros y el perfil frontal levemente cóncavo y la papila genital no es de color blanco *Oreochromis aureus* (Steindachner, 1864).

d) De 19 a 22 branquiespinas en la parte inferior del primer arco branquial; aleta dorsal XVII-XVIII, la moda es XVII, 12-13; aleta anal III, 10-11; aleta pélvica 1, 5; pectorales 15. De 30 a 32 escamas en una serie longitudinal. La coloración del cuerpo es rosada a morado oscuro, con el filo de la aleta dorsal de color negro, la cabeza rojo púrpura, el vientre rojo o morado y la aleta dorsal presenta líneas negras verticales finas, el color de los ojos es rosado claro y el perfil frontal es convexo .... *Oreochromis niloticus* (Lunnaeus, 1757

AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestro sincero agradecimiento a la Dra. Trewavas, del Museo Británico de Historia Natural, por la información enviada acerca de las especies de tilapia introducidas en México.

También, al ingeniero Henry Ruíz y a la Bióloga Galaviz Solís del Laboratorio de Limnología del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, por su ayuda en la elaboración del documento.

BIBLIOGRAFIA

ARREDONDO, F.J.L., 1975. Algunos aspectos sobre la taxonomía de la tilapia. Piscis 1 (2): 24-28.

BALARIN, J.D., 1979. *Tilapia. A guide to their biology and culture in Africa*. University of Stirling. ciudad 174 p.

CHIMITS, P., 1955. *Tilapia and its culture. A preliminary bibliography*. Fisheries Bulletin, FAO, Rome, Italy 8(1): 1-33.

CHIMITS, P., 1957. *The Tilapias and their culture*. A second review and bibliography. Fisheries Bulletin, FAO, Rome, Italy 10(1): 1-24.

FISHELSON, L., 1962. *Tilapia Hybrids. Fisherman's Bull. Haifa 4:* 14-19.

FISHELSON, L., 1966. Cichlidae of the genus *Tilapia* in Israel. *Bamidgeh*. 18: 67-80.

FRYER,G. & ILES, T. D., 1972. *The Cichlid Fishes of the Great Lakes of* Africa: *Their Biology and Evolution*. Oliver & Boyd. Edinburgh. 641 p.

LEE CASTRO, J.L. & MORALES, A., 1976. Posición taxonómica del género *Tilapia* en México. *In:* Memorias del Simposio sobre Pesquerías en Aguas Continentales. Tuxtla Gutierrez, Chis. I.N.P. Tomo II: 439-445.

MORALES, A., 1974. El cultivo de la *Tilapia* en México. Datos biológicos. *Instituto Nacional de Pesca*. INP/SI: 24: 25 p.

PAYNE, A. I. & COLLINSON, R. I., 1983. A comparation of the biological Characteristics of *Sarotherodon niloticus* (L.) with those of *S. aureus* (Steindachner) and other *Tilapia* of the Delta and Lower Nile. *Aquaculture* 30: 335-351.

REGAN, C. T., 1920. The clasification of the fishes of the family Cichlidae. 1. The Tanganyika Genera. *Ann. Mag. Nat. Hist. Ser. 9.* 5: 33-53.

ROTHBARD, S., 1979. Observations on the reproductive behavior of *Tilapia zilli* and several *Sarotherodon* spp. under aquarium conditions. *Bamidgeh 31 (2): 35-43.*

SALVADORES, B. M. L., 1980. Estudio de la biología y aspectos poblacionales de la tilapia *(Sarotherodon aureus* (Steindachner, 1864) PISCES: CICHLIDAE). en la Presa "Vicente Guerrero", Gro. México. Tesis profesional de la Facultad de Ciencias, UNAM.

SCHUSTER, W. H., 1952. Fish culture as a mean of controllinga aquatic weeds in inland waters. *Fisheries Bulletin,* FAO, Rome, Italy. 5(1): 15-24.

SMITH, A., 1840. Illustrations of the Zoology of South Africa. *Pisces*. Part 9. London.

THYSV. D. A., 1968. An annotated bibliography of Tilapia (PISCES: CICHLIDAE).*Musee Royal de LÁfrique Centrale. Tervuren, Belgique. Documentation Zoologique,* No. 14: 406 p.

TREWAVAS, E. 1966. *Tilapia aurea* (Steindachner) and status of *Tilapia nilotica exul, T. monodi and T. lemassoni* (Pisces, Cichlidae). *Israel Journal of Zoloogy.* Vol. 14: 258-276.

TREWAVAS, E., 1973. On the Cichlid fish of the genus *Pelmatochromis* on the relationships between *Pelmatochromis* and *Tilapia* and the recognition of *Sarotherodon* as a distinct genus. *Bull. Brit. Mus.* (Nat. Hist.) Zool. 25: 1-26

TREWAVAS, E., 1982. Generic groupings of Tilapiini used in aquaculture. *Aquaculture* 27: 79-81.

TREWAVAS, E., 1983. *Tilapiini Fishes of the Genera Sarotherodon, Oreochromis and Danakilia.* British Museum (Natural History) 583 p.